

# “Distribuição territorial da disposição de resíduos sólidos urbanos (RSU) em Rio de Janeiro”

Aluno : Felipe Ignacio Muñoz Toledo

Professor: Corbiniano Silva

**PEC/COPPE/UFRJ**

SET/2023

# Introdução

A deposição adequada de resíduos sólidos produzidos em grandes centros urbanos (RSU) é uma prioridade sanitária como também um desafio da engenharia tanto no gerenciamento na disposição ambientalmente correta de RSU, no tratamento de líquidos percolados como também de aproveitamento energético do biogás.

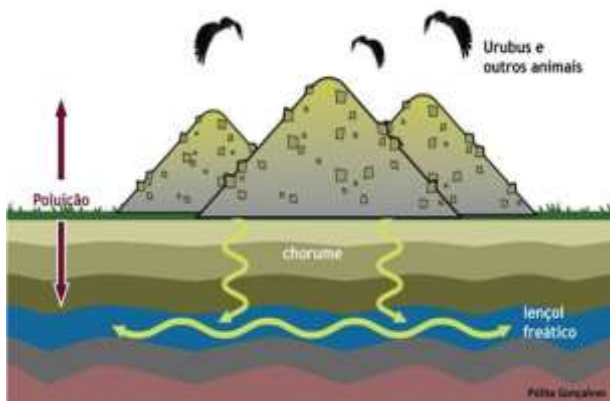
A Lei nº 12.305/10 foi instituída em 2010 prevendo a redução na geração de resíduos e também legislando a respeito da destinação desse material. Sua proposta tem o objetivo de valorizar e colocar em prática hábitos de consumo mais sustentáveis e criar meios para aumentar a reciclagem e reutilização de resíduos sólidos. A Legislação brasileira prevê o fim dos lixões e institui a chamada lógica reversa para o reaproveitamento de resíduos.

Segundo a ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais), cada brasileiro gera em torno de 1,032 kg/dia de RSU.

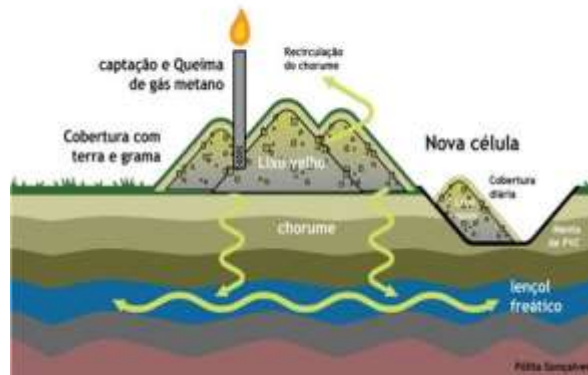


A Política Nacional de Resíduos Sólidos é uma das legislações ambientais mais importantes do Brasil e pioneira na América Latina.

# Tipo de locais de disposição final de RSU



**Lixão**



**Aterro controlado**



**Aterro Sanitário**

# Lixão: o que é e principais impactos

- Contaminação do solo
- Contaminação da água
- Emissões de gases tóxicos
- Impacto na saúde humana
- Dano à biodiversidade
- Perigo de incêndios





# Produção de energia por biogás e/ou biometano

Technology	Number of Facilities	Range of Installed Capacity	Median Capacity
<i>Electricity Generation</i>			
Reciprocating Engine	313	0.2 to 14.9MW	2.4MW
Gas Turbine	27	0.7 to 12MW	5.5MW
Steam Turbine	21	0.5 to 50.0MW	6.0MW
Cogeneration	20	0.1 to 7.0MW	2.5MW
Microturbine	17	<0.1 to 2.5MW	0.3MW
Combined Cycle	8	6.6 to 17.4MW	9.4MW
Organic Rankine Cycle	2	0.2MW	N/A
Sterling Cycle	2	0.1 to 0.2MW	N/A
<i>Direct Use</i>			
Boiler	54	11 to 4,150 scfm of LFG	700 scfm of LFG
Direct Thermal	39	3 to 3,200 scfm of LFG	545 scfm of LFG
Greenhouse	4	15 to 210 scfm of LFG	140 scfm of LFG
Alternative Fuel	1	250 scfm of LFG	N/A
<i>Others</i>			
Liquefied Natural Gas	1	830 scfm of LFG	830 scfm of LFG
Medium BTU	4	2,850 scfm of LFG	N/A
High BTU	19	625 to 9,200 scfm of LFG	3,400 scfm of LFG
Leachate Evaporation	20	4 to 1,500 scfm of LFG	560 scfm of LFG

Note: "MW" stands for Mega-watts. "scfm" is standard cubic feet per minute.

RAJARAM, Vasudevan; SIDDIQUI, Faisal Zia; KHAN, Mohd Emran. From landfill gas to energy: Technologies and challenges. CRC press, 2011.

O metano no LFG (gás combustível de aterro) pode ser usado de maneira benéfica para substituir o uso de combustíveis fósseis combustíveis. Os principais benefícios do LFG para projetos de recuperação de energia incluem:

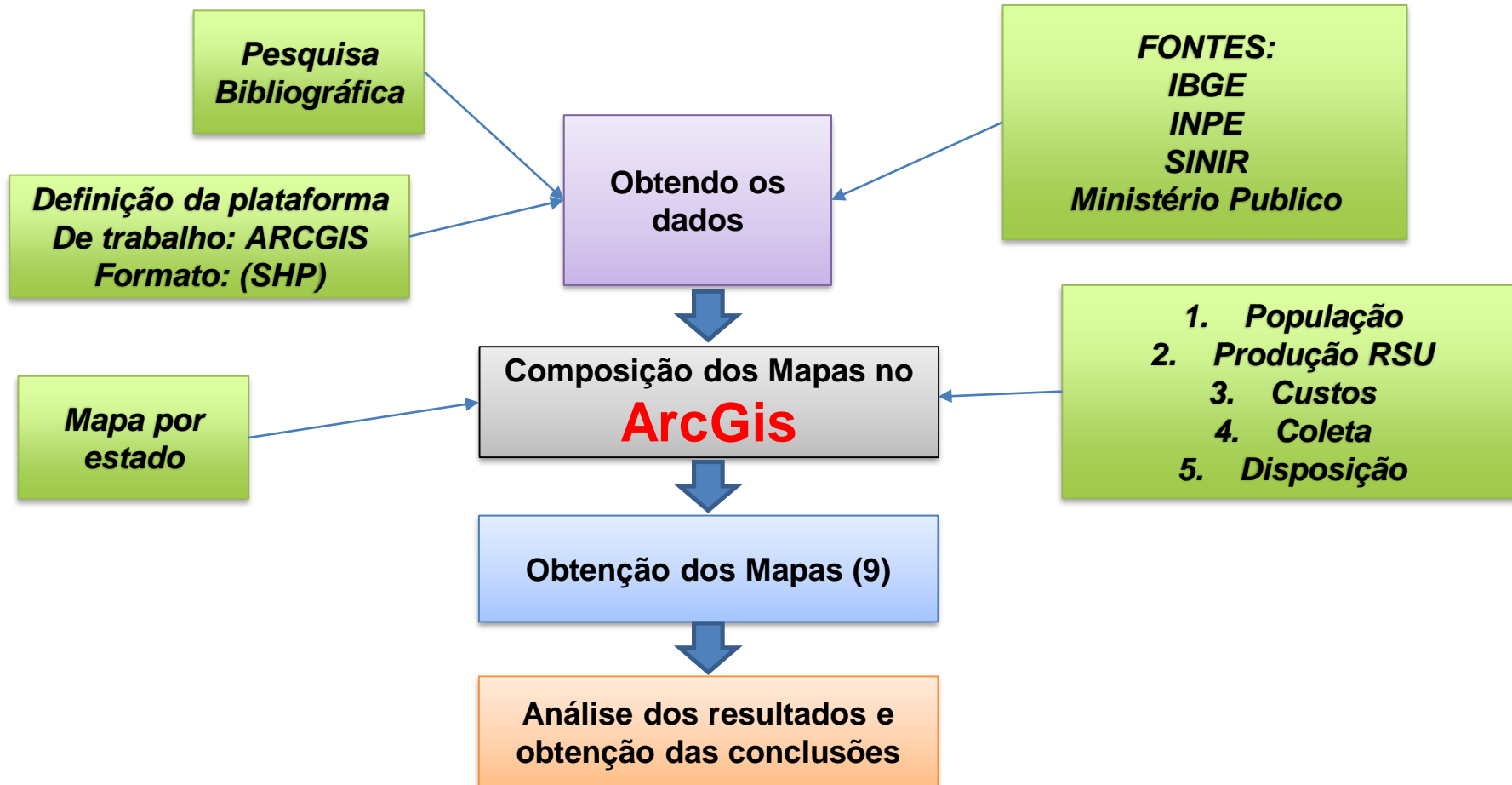
- Destruição de metano e outros compostos orgânicos no LFG.
- Compensa o uso de energias não renováveis, reduzindo as emissões de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM e CO<sub>2</sub>.
- Recurso de energia renovável reconhecido e competitivo.
- Melhorar a qualidade do ar local e controlar odores.
- benefícios ambientais e econômicos para a comunidade

# Hipótese do problema

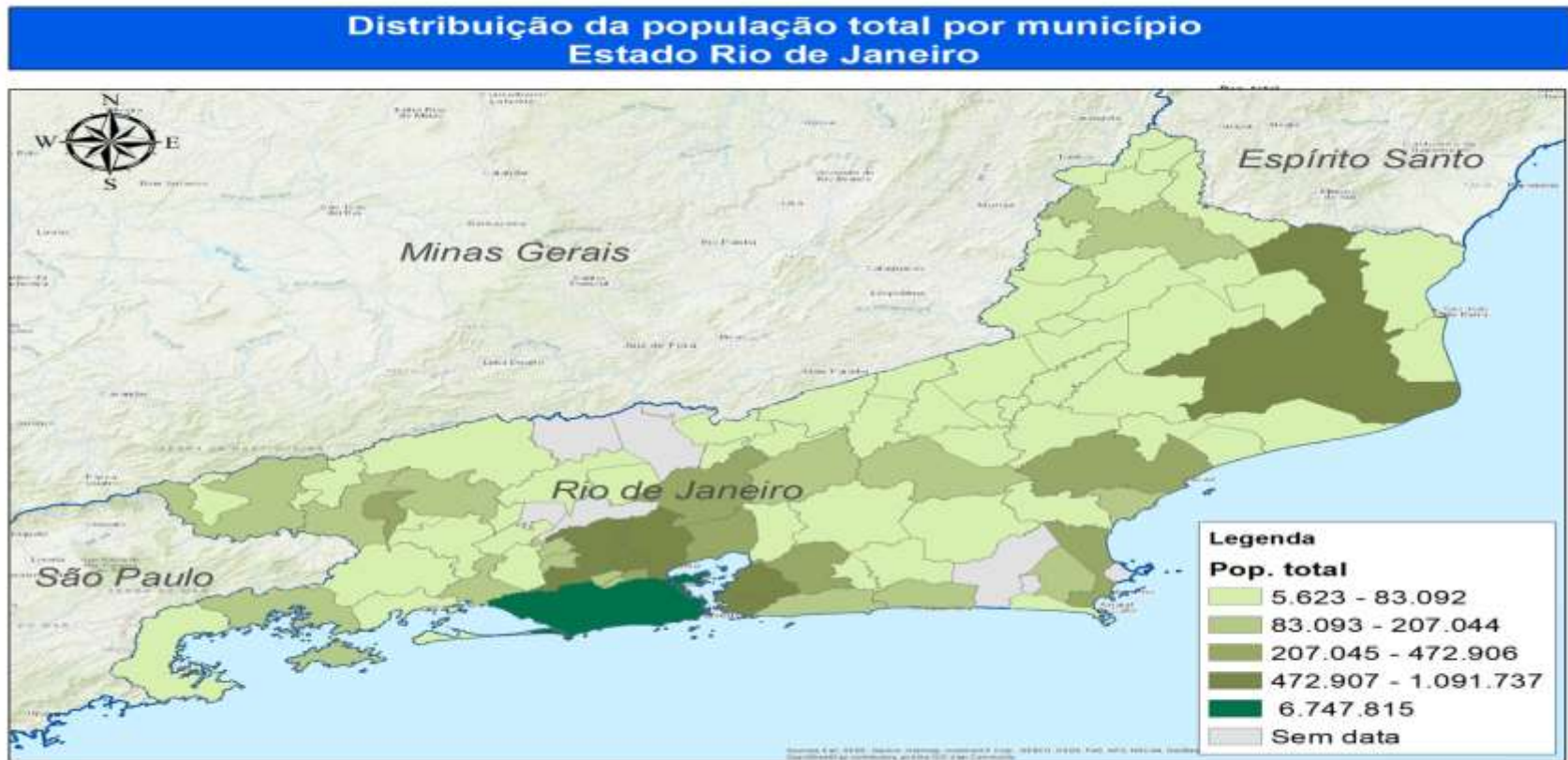
- Estudar a distribuição territorial da disposição de resíduos sólidos urbanos (RSU) em Rio de Janeiro e avaliar através de parâmetros globais a administração, bem como a possível implantação de um sistema integrado de produção de biogás.

# Metodologia Aplicada

## Fluxograma de trabalho



# Rio de Janeiro: População e território



Rio de Janeiro tem uma população estimada de 17,463,349 (IBGE 2021) ocupando uma área total de 43,696.1 km<sup>2</sup> com uma densidade demográfica de aproximadamente 400 hab/km<sup>2</sup>

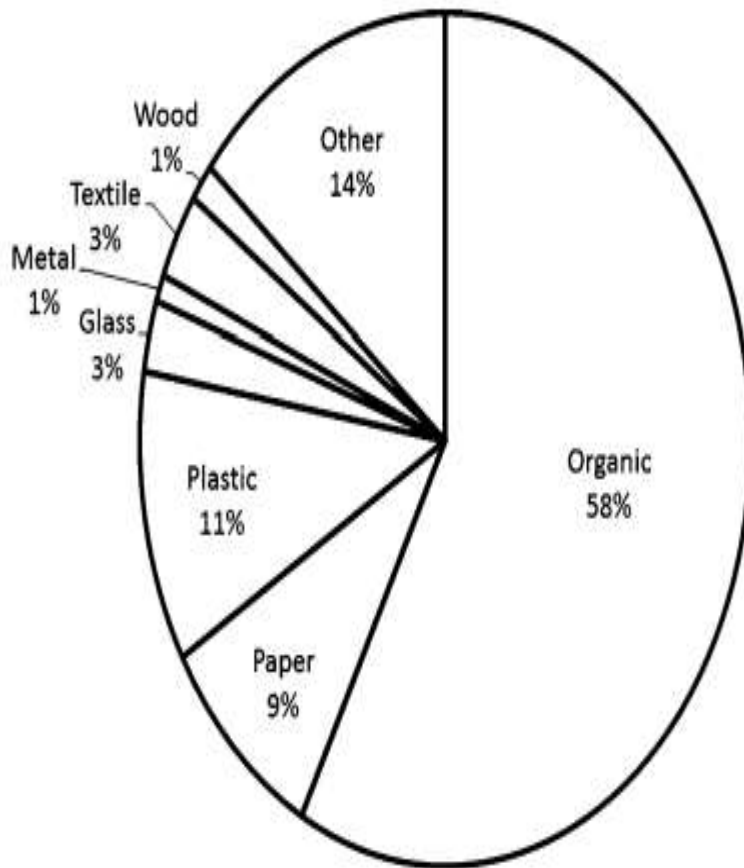


# Rio de Janeiro: Distribuição da população



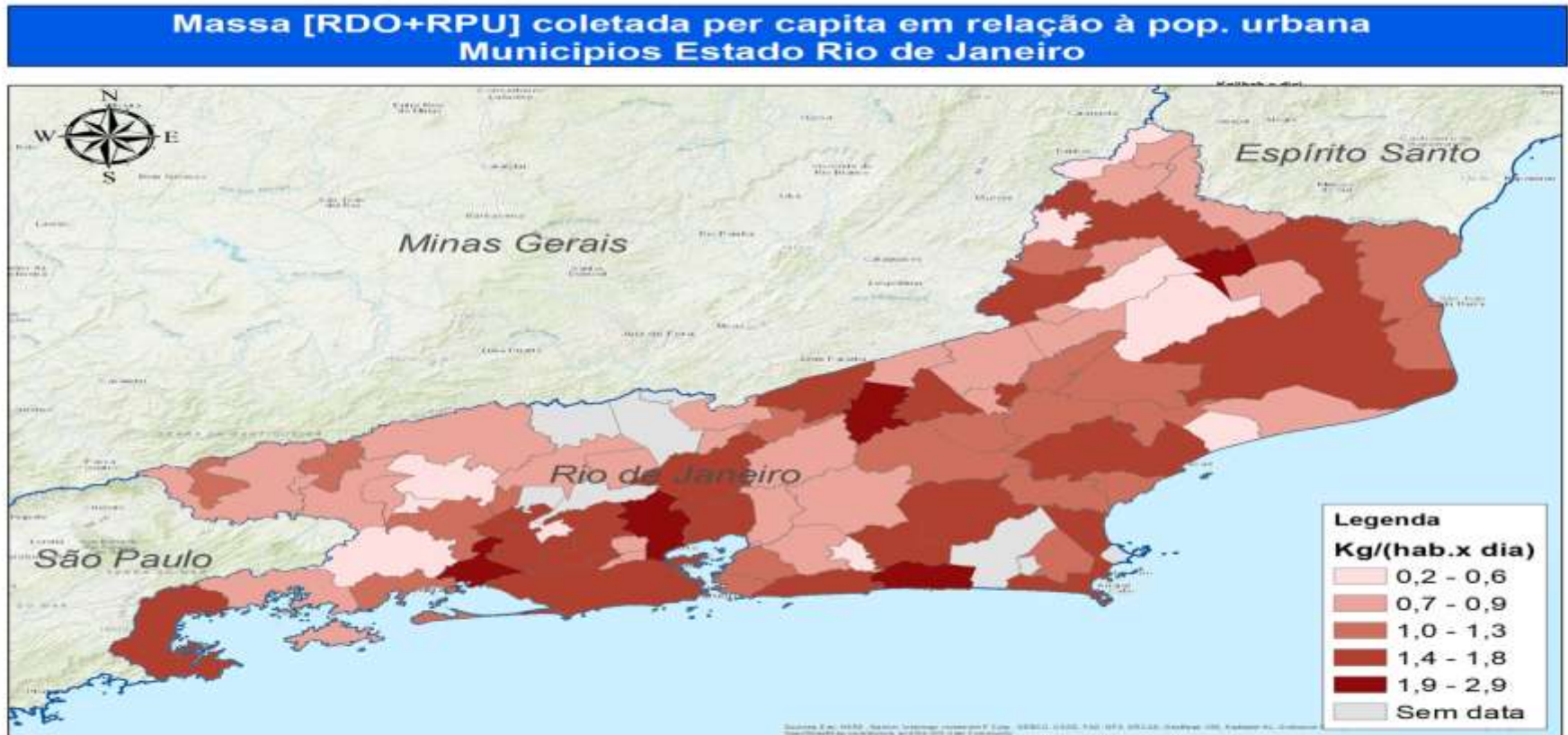
A distribuição da população no RJ está concentrada nos centros urbanos, principalmente na cidade de Rio de Janeiro. A distribuição sócio-demográfica na cidade de RJ é na forma de mosaico, isto é, setores pobres vivendo de lado de setores de maior poder aquisitivo. A maioria das metrópoles na AL é do tipo centro-periferia.

# Componente geográfico do lixo com sua relação química



- A composição do lixo depende da área de onde é retirado.
- A variedade de componentes orgânicos aumenta o desempenho de um aterro (Substâncias húmicas).
- O comportamento dinâmico da população pode ser considerado analisando seu lixo.

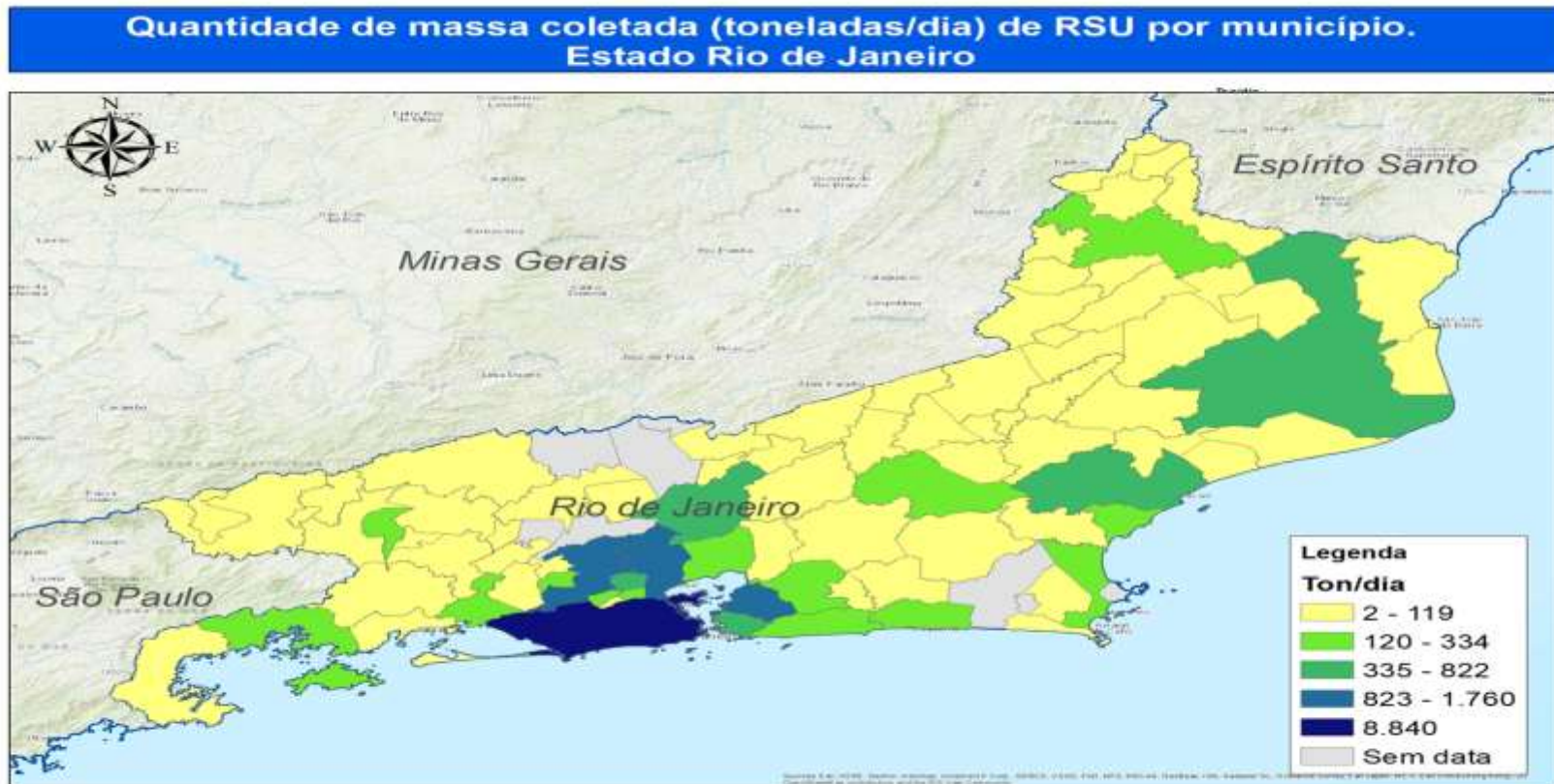
# Rio de Janeiro: Produção per capita de RSU



A maior produção de RSU no estado de RJ está concentrada nas áreas mais povoadas superando a média nacional de 1,032 kg/hab na maioria dos municípios. Com destaque na baixada fluminense e zona oeste.

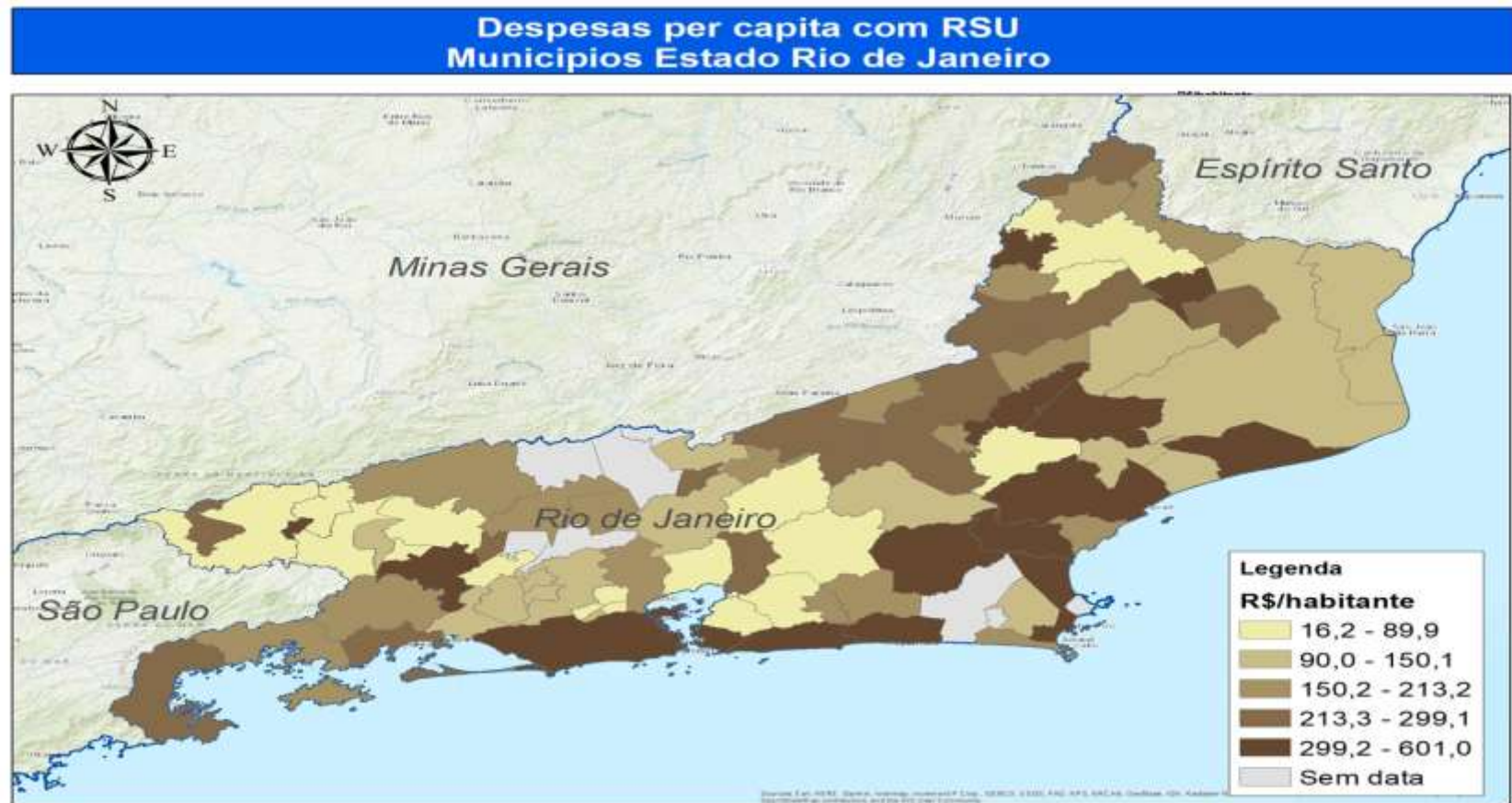


# Rio de Janeiro: Produção total de RSU



A maior produção de lixo está localizada na região metropolitana de RJ.

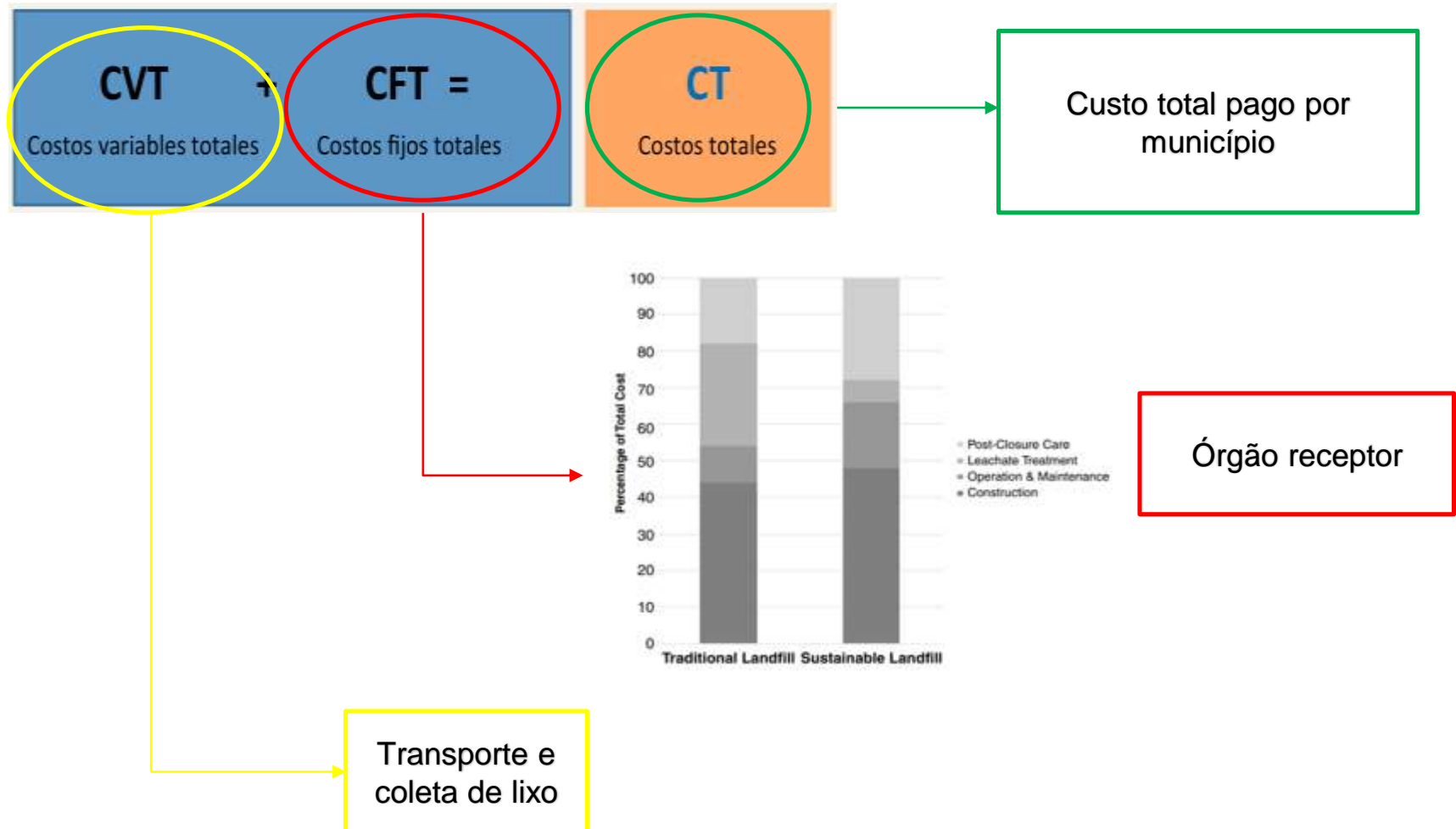
# Rio de Janeiro: Custos anual per capita de RSU



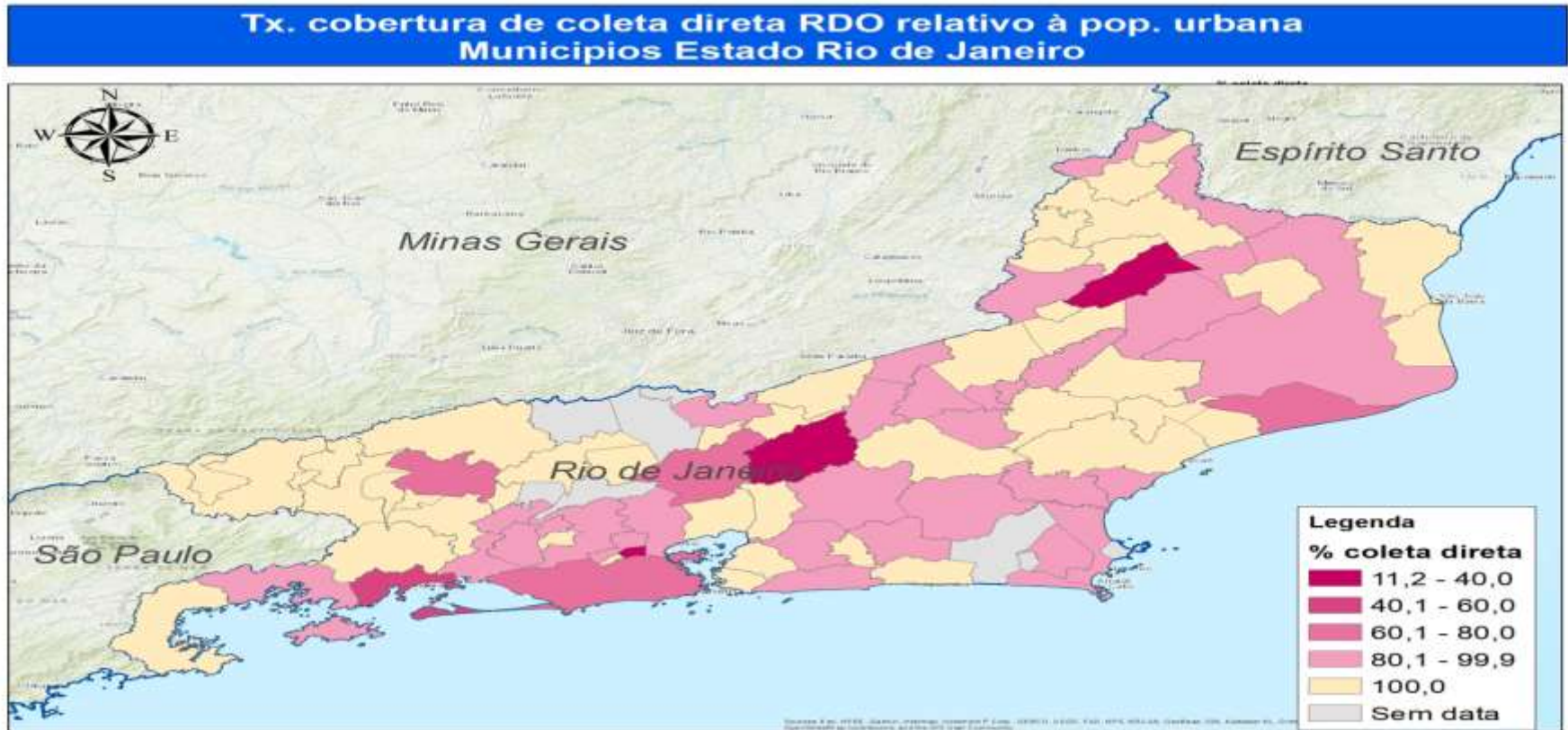
Os maiores custos (anual) pelo RSU estão distribuídos na região metropolitana de Rio de Janeiro e região dos lagos. Não existe uma relação clara entre produção e custos.



# Rio de Janeiro: Custos anual per capita de RSU



# Rio de Janeiro: Cobertura de coleta de RSU



As áreas de menor coleta de RSU estão localizadas na região serrana principalmente os municípios de Petrópolis, Teresópolis. Outros são Barra do Piraí, Mangaratiba, São João de Meriti e Cambuci. Apesar do maior custo, a região metropolitana de RJ tem cobertura entre 40 e 80%.

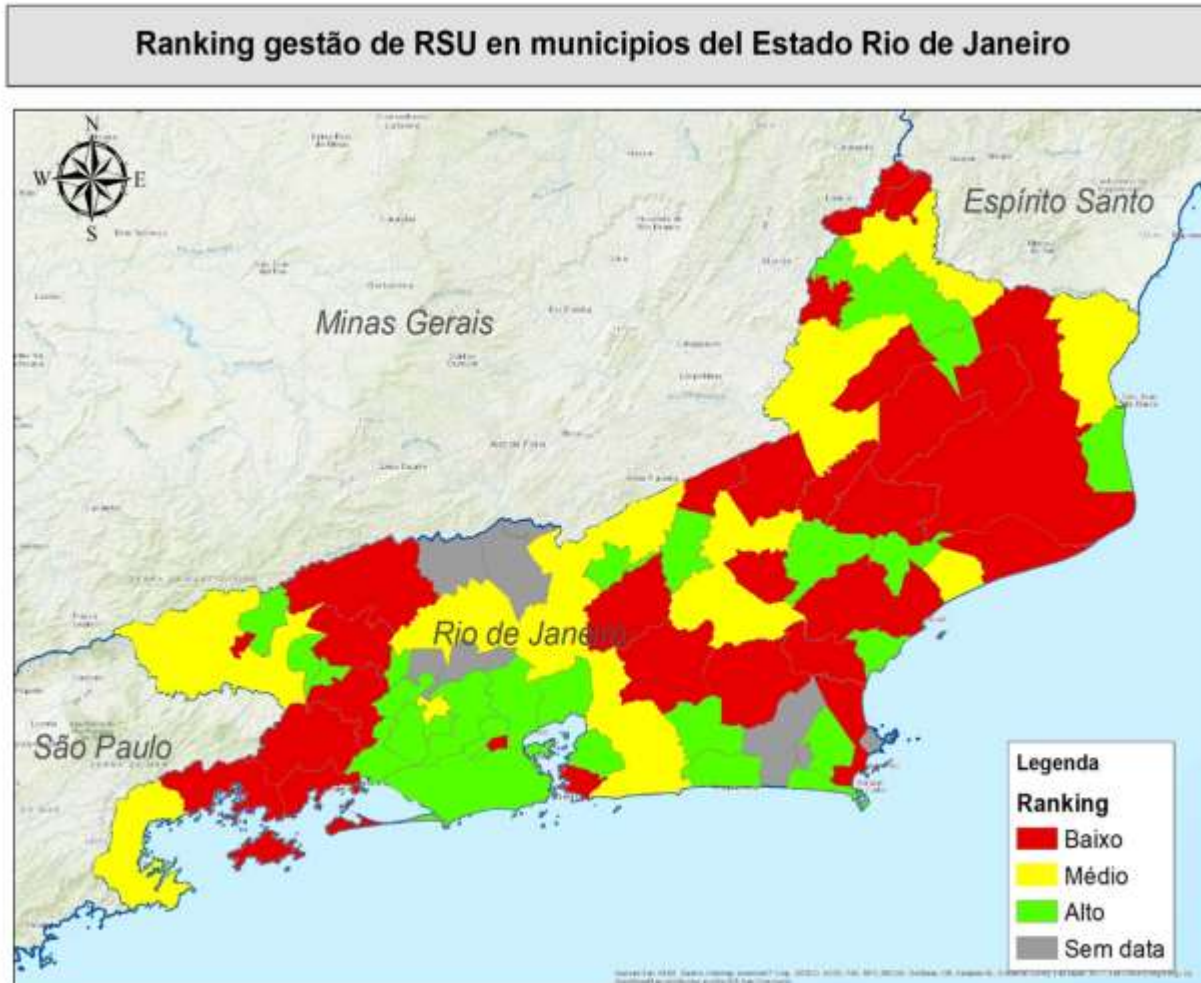
# Rio de Janeiro: Tipo de disposição final de RSU



A distribuição dos Aterros sanitário estão localizados em áreas próximas das áreas de maior produção de lixo. Chama a atenção a existência de lixão em Teresópolis e 5 no setor Norte do RJ



# Ranking da gestão de RSU no estado de RJ



## Modelo (adimensional)

$$R = V_1 - V_2 - V_3 - V_4 + V_5 + V_6 + V_7$$

## Variáveis normalizadas

$V_1$  = Cobertura coleta RSU

$V_2$  = Área do município

$V_3$  = Custos per capita RSU

$V_4$  = Produção total RSU

$V_5$  = População total

$V_6$  = População urbana

$V_7$  = Produção RSU per capita

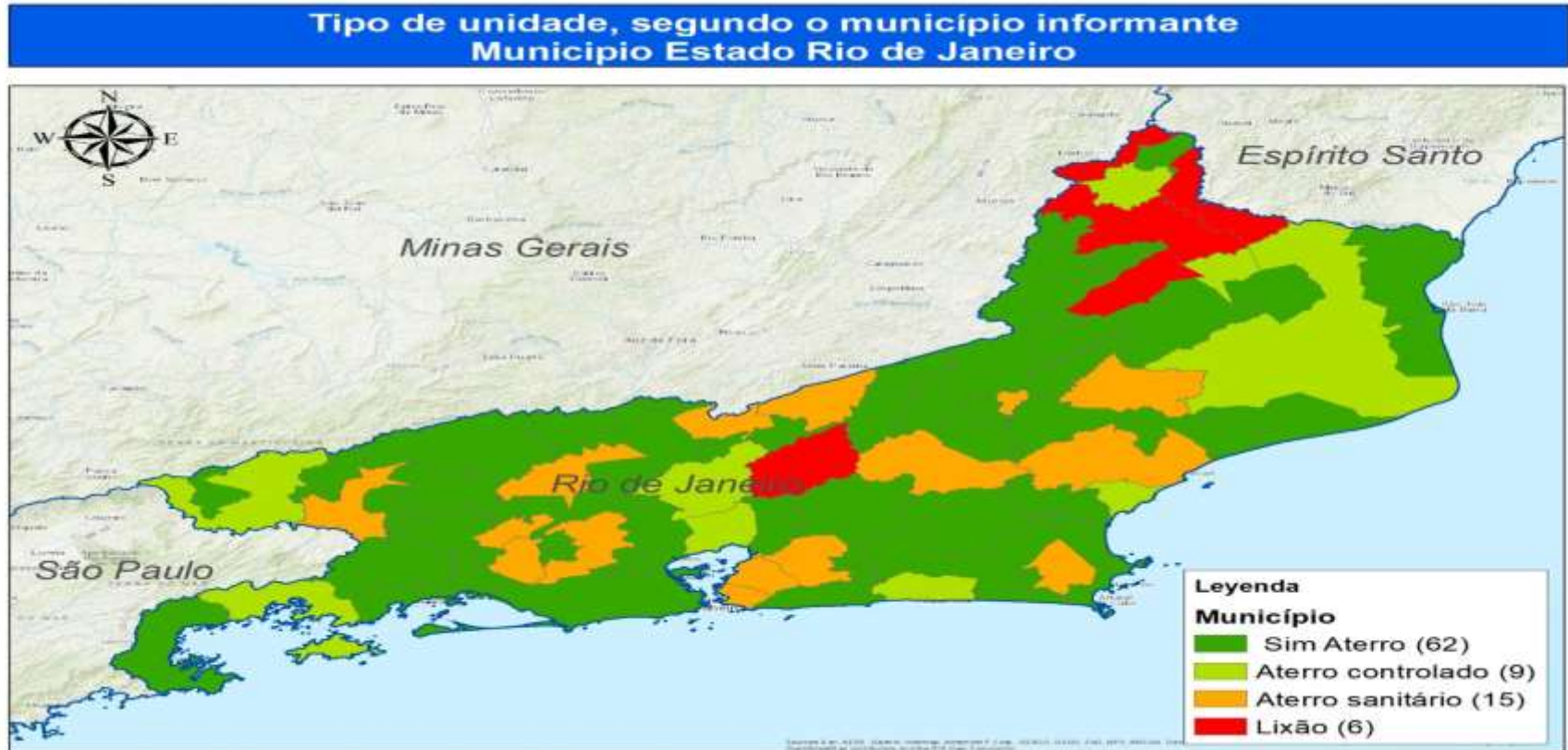
## Ranking (R)

Bajo = 0-0.33

Médio = 0.33-0.66

Alto = 0.66-1.0

# Rio de Janeiro: Tipo de disposição final de RSU



A distribuição dos Aterros sanitário estão localizados em áreas próximas das áreas de maior produção de lixo. Chama a atenção a existência de lixão em Teresópolis e 5 no setor Norte do RJ



# Considerações Finais

- Os aterros sanitário no RJ estão localizados perto das áreas de maior produção de RSU
- A maior geração de RSU está localizada na região metropolitana de RJ, destacando a baixada fluminense.
- Destaca a existência de lixões no município de Teresópolis que sofreu recentemente de um incêndio que afetou a qualidade do ar da área. Área norte de Rio de Janeiro ainda contém lixões (5).
- Segundo ranking, a melhor gestão de RSU está na região metropolitana de RJ, a pior na Zona Oeste, região Norte Fluminense, região Serrana e baixada litorânea.
- Os aterros sanitário existentes no RJ não tem sistemas de tratamento adequado de tratamento de líquidos lixiviados.
- Só alguns dos aterros sanitário existentes no RJ ocupam o biogás para produzir energia elétrica ou produzem biometano para venda.

# Tópicos de pesquisa no futuro

- Ter um sistema georreferenciado para reduzir o impacto ambiental de uma área e também reduzir o custo de logística (Custo variável).
- Ter políticas de supervisão do destinatário final que as empresas privadas têm para o lixo.
- Implementar cálculo de plumas de dispersão de compostos orgânicos aromáticos como medida de impacto na população próxima.
- Trabalho em modelos hidrológicos do efeito do lixiviado nas bacias hidrográficas.
- Avaliar a opção de interligar a produção de biogás com o sistema eléctrico integrado para aumentar o dinheiro para recolha e eliminação do lixo.
- Estimativa dinâmica de estações de tratamento de lixiviados (Vazão)

# OBRIGADO!

# COPPE

# UFRJ

Instituto Alberto Luiz Coimbra de  
Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia

